

विशेष प्रकाशन सं. 80

ISSN : 0972-2351



समुद्र कृषि की नई प्रगतियाँ



केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान
कोचीन - 682 014



समुद्री शैवाल अनुसंधान में जैवप्रौद्योगिकी और भारत में उपयोगिता

पी. कलाधरन

केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोचीन

सारांश

भारत में समुद्री शैवाल संबंधी अनुसंधान के क्षेत्र और उपयोगिता में जैवप्रौद्योगिकी की असीम साध्यताएं हैं। यह लेख समुद्री शैवाल जैवप्रौद्योगिकी के दूरदर्शी क्षेत्रों की सूची प्रस्तुत करता है। सी एम एफ आर आइ में समुद्री शैवाल पर किये जैवप्रौद्योगिकी अभिविन्वस्त अनुसंधान कार्यों जैसे (मर्कुरी) और काडिमियम का निराविषीकरण (de-toxification), समुद्री शैवाल से ऐगरेस एन्जाइम, साइटोकिनिन और गाबा (GABA) का उत्पादन एवं ऐगार फैक्टरी विसर्ज्यों का ईंधन और उर्वर के रूप में उपयोगिता का भी इस लेख में चर्चा किया गया है।

प्रस्तावना

भारत में समुद्री शैवाल जैवप्रौद्योगिकी के दूरदर्शी क्षेत्र है:

1. वाणिज्यिक समुद्री शैवालों के आनुवंशिकतः संशोधित विभेदों का उत्पादन
2. प्रयोगशाला की नियन्त्रित स्थिति में समुद्री शैवालों के विदेशी प्रकारों के पर्यनुकूलन, कृषि और प्रचारण।
3. उन समुद्री शैवालों, जो मौसमी हैं, विरल हैं और विवेकहीन विदोहन के कारण विनाश हो रहे हैं, का संग्रहण
4. समुद्री, तटीय और तल-आधारित समुद्री संवर्धन में आविषलु प्रदूषकों के जीव उपचार (bio remediation) और अवशोषण (sorption)
5. पात्रे स्थिति में समुद्री सूक्ष्म और स्थूल ऐलर्गों से बयोएक्टीव पेप्टाइड्स, पॉलिसेकेराइड, उपापचयन (मेटाबोलाइट) और औषध के निचोडन, पृथकीकरण और हेरफेर (मानिपुलेशन)।



उपर्युक्त पहलुओं पर सी एम एफ आर आइ द्वारा चलाए गये कुछ कार्यों का एक संक्षिप्त विवरण नीचे सूचना के लिए प्रस्तुत है।

1. आइसोक्राइसिस गाल्बाना के ज़रिए पारद (मर्कुरी) का जीव उपचार (बयोरेमिडियेशन)

पारद (मर्कुरी) नितलस्थ जीवों के लिए विषैला होने पर भी कुछ जीवाणु और ऐलगे ऐसे हैं जिनमें इस धातु को प्रतिरोध करने का और पारद के रूपान्तरण को शून्य संयोजक बाष्पशील (zero valent volatile) बनाने की शक्ति होते हुए देखा है जो रासायनिक रूप से कम विषैला होता है। ऐलगे और जीवाणु के ज़रिए पारद के इस बाष्पीकरण स्वभाव को नियन्त्रण पारद प्रदूषण (control mercury pollution) कहा जा सकता है। संवर्धन ब्रौथ से पारद निकालने के लिए सी एम एफ आर आइ एककोशीय समुद्री सूक्ष्म ऐलगे *आइसोक्राइसिस गाल्बाना* पार्के प्रयोग करके देखा। इस ऐलगे का LC₅₀ प्रति लीटर 25 µg होने के कारण Hg के आगे इसकी काफी ऊँची प्रतिरोध शक्ति है। परीक्षण में यह समुद्री ऐलगे केवल 4 घण्टों के समय में द्रुत गति से 86% पारद को निकाल करते हुए देखा। इस दृष्टि में कम अवधि एवं निम्नलागत में पारितंत्र को बिगाड़े बिना तटीय तंत्र के Hg प्रदूषण कम करने में *आइसोक्राइसिस गाल्बाना* पार्के का उपयोग बहुत ही महत्वपूर्ण होगा।

आइसोक्राइसिस गाल्बाना द्वारा Hg का बाष्पीकरण		
समय (घंटे)	संवर्धन ब्रौथ से Hg पृथक्करण की प्रतिशतता	
	1. गाल्बाना	निस्यंदित समुद्र जल
2	22.7	4.5
4	85.9	21.4
8	90.5	21.4
24	93.6	39.1
48	95.5	45.7

2. ऑसिल्लाटोरिया जाति से ऐगारेस

कम कीमत पर नए औषधों और विशेष रासायनों के निर्माण

की दृष्टि में सूक्ष्म ऐलगों ने काफी आर्थिक ध्यान आकर्षित किया है। नारक्कल में सिलपोल बसारे तालाब में संवर्धित *ग्रेमिलेरिया इडुलिस* के थैलस में संलग्न होकर उगने वाली हरा नील एलगे की समुद्री जाति *ऑसिल्लाटोरिया एस पी* को, थैलस के संलग्न बिन्दु में दिखायी पड़ी अपवर्णता के कारण इसकी ऐगारोलिटिक सक्रियता जाँचने के लिए परीक्षित किया। प्रथम तीन घण्टों के अंदर प्रति मि ली 600 µg प्रोटीन सघनता युक्त क्षारीय Po₄ बफर निचोड़ों ने 1% ऐगार स्लान्ट्स पर ऐगार विलेयीकरण (490 µg) की अधिकतम सक्रियता दिखायी। इस एन्ज़ाइम का शुद्धीकरण कर सकता है और *ग्रेसिलेरिया इडुलिस* और अन्य ऐगारोफाइटों से जीवद्रव्यक (प्रोटोप्लास्ट) अलग करने के लिए मसिरोज़ाइम और सेलुलेस के साथ इस एनज़ाइम का उपयोग किया जा सकता है।

ऑसिल्लाटोरिया जाति से प्राप्त एन्ज़ाइम की ऐगारोलिटिक सक्रियता

समय घंटे	कुल उत्पन्न (µg /मि. ली/घंटे)	कुल विलेय शर्कर
	पी एच 6.0	पी एच 7.5
1	35	40
2	73	120
3	240	490
4	341	330
5	172	110

3. सरगैसम से काडिमियम का जैवशोषण

जैवशोषण जैवपदार्थों (निष्क्रिय) या (सक्रिय) द्वारा विलयन से विषैला धातुओं, पीडकनाशियों या किसी भी संदूषक को संशोधित/निकालने का एक महत्वपूर्ण कार्यविधि है। जैवशोषण संदूषकों का नाश नहीं करेगा बल्कि इनको गाढा करता है या इनको अन्य रूप में परिवर्तित कर देता है। अधिकतर समुद्रीशैवालों के कोश भित्ति में कोलॉइडी बहुशर्करा जमाव होने के कारण इनको औद्योगिक बहिस्त्रावों या प्रदूषित तटीय जल राशियों के उपचार के लिए उपयोग किया जा सकता है। *सरगैसम वाइटी* के



सूखे टुकड़ों ने 2.5 से 3.0 घंटों में 5.0 के इष्टतम पी एच स्तर पर काडिमियम क्लोराइड से संदूषित समुद्र जल से 70% काडिमियम निकाल दिया।

सरगैसम द्वारा काडिमियम का निष्कासन

समय घंटे	काडिमियम का निष्कासन (μg /ली)
0	9.4
1	7.5
2	4.6
3	4.1

4. जीवंत ऐल्गे चारा के प्रयोगशाला संवर्धन के लिए समुद्री शैवाल निचोड़

जलकृषि में तेज़ बढ़ती जीवंत चाराओं के संवर्धन में रुचि बढ़ा दी है। किसी भी जलकृषि प्रणाली के स्फुटनशाला (हैचरी) प्रचालन में जीवंत चारा अनुपेक्षणीय गुण प्रदान करता है। सूक्ष्म ऐल्गे को प्रयोगशाला एवं हैचरियों में पालन करने के लिए वाल्नेस, सीबेर्स, मैकिल्स आदि कई परंपरागत रीतियाँ भी प्रचलित हैं। ये मीडिया अकार्बनिक फोस्फेट्स और नाइट्रेट्स की उच्च सान्द्रता के साथ अजैव एवं खचीला है। हरा समुद्री शैवाल *उल्वा लाक्टुका* के निचोड़ तीन जीवित चारा ऐल्गे जातियों, *टेट्रासेल्मिस ग्रोसिलिस*, *आइसोक्राइसिस गाल्वाना* और *कीटोसिरोस कालसिट्रान्स* को वैटामिनों (B1 एवं B12) से संपूरित संवर्धनों के आगे 250-325% और बढ़ती और वृद्धि दी। जब इन जीवंत चाराओं को विविध स्तरों में उद्यान-मृदा और *उल्वा लाक्टुका* से अनुपूरित समुद्री जलों में संवर्धन करने पर *टेट्रासेल्मिस ग्रोसिलेरिया* और *आइसोक्राइसिस गाल्वाना* बढ़ती में 16% और 58% वृद्धि दर्ज की और *कीटोसिरोस* की बढ़ती में 19% घटती दिखायी पडी।

इस सरल तरीके को रोडोफाइसी और फियोफाइसी के कई अन्य समुद्रीशैवालों के निचोड़ विविध अनुपातों में जोड़कर और भी सक्षम बनाया जा सकता है। इस नये तरीके के सबसे प्रमुख

गुण यह है कि तट प्रभावी होने के साथ यह तरीका सूक्ष्म ऐल्गा कोशों अकार्बनिक लवणों के जमाव कम करता है, फलतः जीवों में एवं संवर्धन पारितंत्र में इनका परिवहन भी कम हो जाता है।

5. बीज प्रभव के रूप में समुद्रीशैवाल प्रोटोप्लास्ट

आज संवर्धन के लिए उपयुक्त समुद्रीशैवाल विभेदों की पर्याप्त मात्रा में उपलब्धि एक बड़ी समस्या है क्यों कि वर्तमान समुद्री संवर्धन तरीके में 25% तक संवर्धित बीजों का संभरण अनिवार्य है। यह उत्पादनक्षमता कम करती है और संवर्धन के लिए बीज संभरण को संवर्धन रैफ्टों में हाथों से लगाना बहुत ही कठिन कार्य भी है। ऐसी स्थिति में समुद्री संवर्धन के लिए बीजों के स्थान पर प्रोटोप्लास्ट का उपयोग किया जा सकता है। *पोर्फाइरा*, *ग्रोसिलेरिया*, *जेलीडियम*, *कोन्ड्रूस*, *काप्पाफाइक्स* और *टीरोक्लाडिया* के लिए वर्धनक्षम प्रोटोप्लास्ट की विशेष उपलब्धि की रिपोर्ट की गयी है।

6. लाल समुद्रीशैवाल से गाबा (GABA)

विषिजम से संग्रहित लाल समुद्रीशैवाल से लिये कच्चा गाबा (गाम-अमिनो ब्यूट्रिक अम्ल) को शंबु डिम्बक बसाव में अनुकूलन की सक्रियता मानक सिग्मा ग्रेड की समान सक्रियता के साथ तुलना करके जाँच किया। सिग्मा ग्रेड के गाबा में 10 पी पी एम और इसके बाद 15 पीपी एम में बसाव की उच्च दर दिखायी पडी (10 पी पी एम में 100% और 15 पी पी एम में 83%) और समुद्रीशैवाल से लिये कच्चा गाबा ने 10 और 15 पी पी एम में केवल 50% बसाव दर ही दर्ज की थी जब कि नियन्त्रणाधीन गाबा ने 48 घंटों में 20.73% बसाव दर्शाया।

7. कॉलेर्पा रेसेमोसा से साइटोकिनिन जैसे पदार्थ

हरा समुद्री शैवाल *कॉलेर्पा रेसेमोसा* से सी एम - सेलुलोस के आयन विनिमय द्वारा साइटोकिनिन जैसे पदार्थों (सी एल एस) का निष्कर्षण किया। इस निष्कर्षण पर्णरहित (क्लोरोफिल) जैवआमापन के लिए ककडी के गहरे रंग के अंकुरित बीजपत्रों के साथ आमापन किया। इसके अनुसार *कॉलेर्पा रेसेमोसा* में



साइटोकिनिन की उपस्थिति स्पष्ट हुई। समुद्री शैवाल स्रोत से प्राप्त 3.0-4.0 पीपी एम के सी एल एस समान सघनता के वाणिज्यिक ग्रेड कैनेटिन की अपेक्षा क्रमशः 3.7% और 17.7% पर्णहरित जीव संश्लेषण प्रेरित करते हुए देखा।

पर्णहरित वर्णकों का सी एल एस और काइनेटिन की उपस्थिति/अनुपस्थिति में जीवसंश्लेषण

सघनता पीपीएम	प्रारंभिक पर्णहरित ($\mu\text{g/g}$ (आद्रभार))	अंतिम पर्णहरित ($\mu\text{g/g}$ (आद्रभार))	
		काइनेटिन	शैवाल से लिये सी एल एस
0.0	6.12	148.47	143.63
1.0	6.12	215.32	210.73
2.0	6.12	290.17	294.06
3.0	6.12	373.49	386.85
4.0	6.12	421.32	438.93

यह अध्ययन अनुपयोगित एवं कम विदोहित कालेर्पा रासेमोसा से साइटोकिनिन उत्पादन की शक्ति साध्यताएं स्पष्ट करती है।

8. ऐगार फैक्टरी बहिस्त्राव को ईंधन और उर्वर के रूप में

भारत में ऐगार और ऐल्लिन उत्पादन करने वाले लगभग 40 फाक्टरियाँ हैं। कुटीर उद्योग के रूप में कार्यरत ये फाक्टरियाँ हफ्ते में लगभग एक टन कच्चे माल का इस्तेमाल करते हैं (कलाधरन और कालियपेरुमाल, 1999)। इन फाक्टरियों से पॉलिसैकेराइड उत्पादन केवल 15% है और 80-85% का दैनिक बहिस्त्राव को कोई उपयोग के बिना ढेर लगा जाता है। भारत सरकार ने राष्ट्र के ऊर्जा परिदृश्य के अध्ययन करने के लिए एक ईंधन नीति समिति (FPC) का गठन किया और यह देखा गया कि कुल ऊर्जा के लगभग टेढ़ अंश जीव भार आधारित अपरंपरागत स्रोतों के ईंधन जैसे लकड़ी, चारकोल, गोबर और वनस्पति अवशिष्टों से आता है। वर्ष 1991 की जनगणना के अनुसार यह मालूम पडा कि गाँवों में 39% और

नगर क्षेत्रों में 92% घरों में ईंधन के रूप में जीवभार आधारित ईंधनों का प्रयोग होता है। ऐसी स्थिति में कम से कम ऐगार फैक्टरियाँ कार्यरत क्षेत्रों में बहिस्त्रावों को ईंधन पिण्डिका के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

सी एम एफ आर आइ में ऐगार फाक्टरी बहिस्त्राव को पाकक्रिया के ईंधन के रूप में और लोबिया के उर्वर के रूप में उपयोग किया था। इससे बनाये गये ईंधन पिण्डिका में जलाऊ लकड़ी की अपेक्षा ऊर्जा और दहनधारिता क्षमता अधिक है। एफ ए डी से बनाये गये ईंधन पिण्डिका में ऊर्जा धारिता ए एफ डी से 19% और जलाऊ लकड़ी से 15% उच्च थी। इसी तरह ए एफ डी से तैयार किये ईंधन पिण्डिका में जलाऊ लकड़ी की तुलना में भस्म का अंश और दहन दर उच्च थी, जिससे पाकक्रिया में ए एफ डी ईंधन पिण्डिकाओं की श्रेष्ठता स्पष्ट हो जाती है।

ए एफ डी ईंधन पिण्डिकाओं के ऊर्जा, भस्मांश और दहनशीलता और इनके संघटक

नमूना	ऊर्जा धारिता (कैटगरि/ग्रा)	जल 100°C प्राप्त करने के लिए समय	भस्म (%)
ऐगार फैक्टरी बहिस्त्राव	2758	6 मिनट. 25 सेकन्ड्स	14.15
जलाऊ लकड़ी	2865	6 मिनट. 15 सेकन्ड्स	20.17
भूसी से बनाये ईंधन पिण्डिका	3345	5 मिनट. 20 सेकन्ड	22.36
बुराद से बनाये ईंधन पिण्डिका	3238	5 मिनट.	21.04

अगर फाक्टरी अपशिष्ट को पीसकर उर्वर के रूप में लगाये लोबिया नवोद्भिदों ने नियन्त्रित की अपेक्षा लंबाई, (85-87%), आद्रभार (194-329%), पत्तों की संख्या (31-38%) और जड़ ग्रन्थिकाओं की संख्या (42-92%) की बढ़ती दिखायी। उपचारों में ऐगार वर्धमान अपशिष्ट धूलियों के आधारी प्रयोग करने के दोनों प्रकारों में बीज बोने के समय का एक बार प्रयोग

नियन्त्रण और अन्य उपचारों के आगे अधिकतम वृद्धि दर्ज की।
लोबिया नवोद्भिदों की बढ़ती में ए एफ डी के आधार प्रयोग का प्रभाव

अतः ए एफ डी को अब अपशिष्ट नहीं कहा जा सकता बल्कि फसलों के लिए उर्वरक के रूप में और पाक क्रिया में ईंधन के रूप में संसाधन और विपणन किया जा सकता है।

उपचार	नवोद्भिदों की लंबाई (से मी)	नवोद्भिदों का भार (ग्रा)	जड़ ग्रन्थिकायें	पत्तों की संख्या
सी	21.4	04.79	12	16
इ-1	42.0	20.23	23	22
इ-2	39.6	14.24	17	21

